農業自動化科技前瞻研究發展現況

盛中德

國立中興大學生物產業機電工程學系 教授

摘要

農業因工商業的興盛與發展，及本身受限於自然環境的限制，相關生產力的提昇有限，逐漸失去了所謂的競爭力，且人力大量流出，也因此農業進行了第一次的改革以引進機械提昇生產力。隨後農業又面臨貿易自由化，農產品市場全球化，國內的農業無法以價格競爭，必須靠質取勝，促使農業進行第二次改革，透過精致化與自動化的發展，整體提昇國內農業的全球競爭力。隨著這幾年國內在數位控制、資通訊與電子產業成長很快，技術也相對的成熟，國內的傳統產業如農業要如何利用這優勢，進一步地提昇農業的生產力與全球競爭力，為未來發展趨勢，亦可視為農業的第三次改革。每次改革對國內的農業發展均有相當大的貢獻，以服務農民為發展方向，相信未來的發展亦是以佳惠農民為發展趨勢及責任。

關鍵詞：農業機械化與自動化、大數據、發展趨勢。

一、概說

(一)農業機械化

隨著社會的進步，農村生活提高，農村勞力持續外移致使農村人力顯著減少，和農業生產成本增加。為期突破農業經營的瓶頸，必須由農業機械的有效利用來補充，以達到維持或提高農業生產的目的。農業因工商業的興盛與發展，及本身受限於自然環境的限制，相關生產力的提昇有限，逐漸失去了所謂的競爭力，且人力大量流出，也因此農業進行了第一次的改革，即引進機械，透過農業機械化的發展提昇生產力，這也是農業的第一次轉型。機械化的最大功能減少了人工依賴，六十年起台灣積極發展加速推動農業機械化，使得主要農作物水稻生產栽培作業達百分之百機械化(其他尚有施藥機械，圖1–2)，而此次改革農民為主要受惠者。

(二)農業自動化

隨後農業不只是面臨工商業的競爭，由於貿易的自由化，農產品市場的全球化，國內的農業不能只講求生產，還必須要有全球的競爭力，而國內的農業無法以價格競爭，必須靠質取勝，此即為農業的第二次改革，透過精致化與自動化的發展，整體提昇國內農業的全球競爭力，所以雖農產品的進口越來越多，但出口相對也增加了不少。民國80年起由單純的機械化發展，擴展成自動化技術發展，主要包括:農產品收穫後處理自動化(圖3、圖5)、種苗生產自動化(圖4)、設施栽培自動化、管理作業自動化等。自動化的最大發展在技術與資本密集，使國內的農業發展除了滿足國內的消費外，同時也強調國際競爭力。

圖1 稻作機械化

桿式施藥機

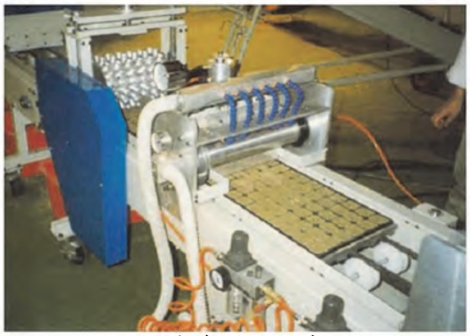
農試所氣輔式施藥機

鼓風式廣域施藥機

鼓風式施藥機

圖2 施藥機械化

圖3 穀物乾燥中心及濕穀收購作業



鼓式真空播種系統

利用空中輸送機架設於田間軌道，可供搬運及噴水的工作(花之鄉)

圖4 蔬菜種苗生產系統

圖5 近紅外線水果內部品質檢測系統(蓮霧及芒果)

(三)自動化的延伸

國內這幾年雖然傳統產業外移的相當嚴重，但有些傳統產業是不易外移的，農業就是。這幾年國內在數位控制、資通訊與電子產業成長很快，技術也相對的成熟，國內的傳統產業如農業要如何利用這優勢，進一步地提昇農業的生產力與全球競爭力，可視為農業的第三次改革。現政府利用大數據理念，結合了智慧機械人及IOT技術，將全力推動「生產力4.0」計畫，而農業在需求永遠不會消失，加上人口老化與少子化的雙重衝擊下，急需透過「生產力4.0」計畫注入產業活水與新動能，「生產力4.0」的推動應視為自動化的成功與延伸。

二、自動化科技的前瞻研究

因為自動化生產的需要，生產過程中必須掌控每一個環節，為了瞭解掌控生產狀況，各式各樣的感測器被開發並加以利用，而透過網際網路與便捷的資通訊系統，可以即時的將資訊串接、整合及利用，在IPv6的環境中，每一個網際網路上的連接埠或裝置都能被精準的辨識，如此幾乎到達一切都在掌控中的環境，特別是生產環境，請問農業要如何善用這種環境進行下一步的演化?它目前雖沒有確定的答案，但應會包括下列幾個方向:

(一)資源最佳化應用

這是目前最直接貢獻，在氣候極端異常已成常態的情況下，水資源的問題已與人的生存息息相關，前一陣子國內乾旱造成大面積休耕，美國最近為乾旱引起的森林大火疲於奔命，而國內農業使用了近70%的水資源，而在水資源越來越珍貴的今天，如何利用已有的技術，使水資源最佳化利用，當是未來嚴肅的挑戰。如「黃金廊道農業新方案暨行動計畫」在農村節水上的規劃包括有:輔導水稻田轉旱作、節水管路灌溉、加強農業用水灌溉管理、獎勵設置水資源再利用設施、提升農業用水使用效率並節約水資源、推動農村再生發展節水農業社區、及促進農業水土資源和諧利用。而農村水資源的再利用最簡易的方式是收集農舍的雨水，再利用於如清洗等方面，及區域中水回收再利用等。此外各項農業生產有關的資源都將朝最佳化利用的境界發展。

(二)農業生產資源化

農業是清理環境解決氣候異常的最佳產業，大氣的CO_2必須透過農業的生產緩解，另一方面太陽能也必須依賴農業的作為加以收集與貯存，但整個農業生產人類利用的卻相當有限，很大部份在過去多被當成垃圾或廢棄物處理，目前雖已有相當多過去的廢棄物被當成資源在利用，如稻殼即已成為生質能的一種材料(圖6)，但尚待人類開發利用尚有許多。當然它的用途應很廣，最接的用途就是當生質能，此部份的開發有助減少石化燃料與燃煤的使用，同時也有減緩溫室氣體與氣候異常的功效。(圖7)

圖6 稻桿收集作為生質能材料

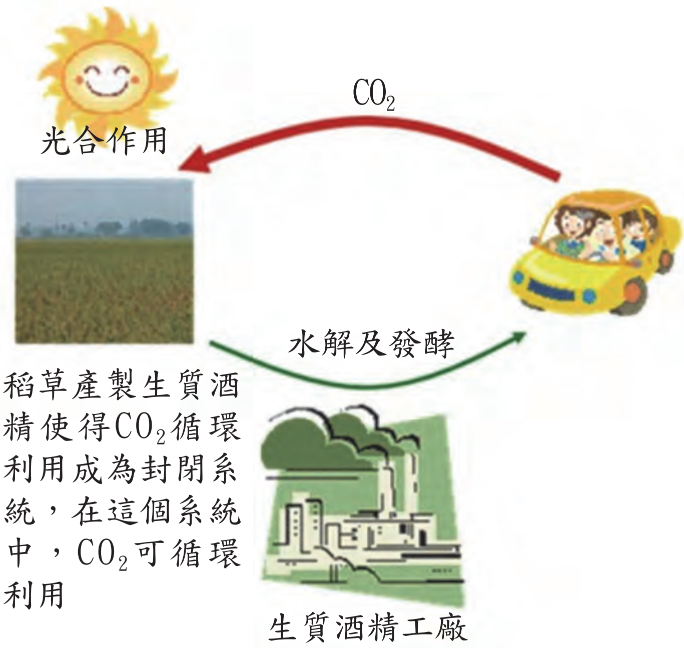


圖7 稻草生產生質酒精使CO_2循環利用

(三)智慧化生產

這因是「生產力4.0」計畫對農業的期盼重點之一，當然也是過去農業發展的重點方向，植物工廠在某種層面上就是智慧化生產的實現，但智慧化生產的精髓在IOT的實現，即在生產過程中可以隨時即時的感測環境，此外也隨時在了解生產對象物的狀況，也就是整個農業的生產，非常關心生產對象物的感知，我們會問渴或餓了嗎?營養是否均衡?處的環境舒服嗎?我們也要了解投入的資源是否有效的發揮?是否切中需求?當達到這些就是智慧化生產。同時智慧化生產會透過網際網路提供專業服務，任何需求都能即時找到答案與協助，而平台也會主動即時提供各項服務，使生產者能有效且自主掌控生產。

透過網際網路提供專業服務，是一個不受時、地、物限制的資訊服務網際網路，生產所需物品能夠在無需人干預的情況下透過感測器網路彼此感知和識別，再利用各式數據通信進行“交流”，實現資訊的互聯與共用。物聯網是一個由感知層、網路層、應用層共同構成的資訊系统:(1)感知層:擔任資訊的收集，透過感測器、智能卡、RFID電子標籤、識別碼、二维條碼等。(2)網路層:擔任資訊的傳輸透過現有的廣電網路、互聯網、通信網路或未來的NGN網路（下一代網路）等。(3)應用層:完成資訊的分析處理和決策以及實現或完成特定的智能化應用和服務任務，實現物/物、人/物之間的識別與感知，發揮智能作用。

物聯網在台灣的發展:(1) E-Taiwan應用推動計畫(2002–2007)，主要為建設基礎資通環境。(2)M-Taiwan寬頻管道建置計畫(2005–2008)，強調線上服務普及整合互通、服務互動。(3)U-Taiwan發展優質網路社會(2008–2009)，期望E化治理服務隨手可得。(4)智慧台灣計畫(2009–2016)，目標建立安心、便利、 健康、人文的優質網路社會。三大核心概念：a.建設智慧化資訊基礎、b.推動智慧化生活創新應用、及c.落實文化創意與人才培育。因此，台灣發展物聯網關鍵重點在全面感知、可靠的傳輸與智慧處理，此亦是物聯網的精髓與商機。

台灣的發展優勢在於擁有物聯網的關鍵技術，包括:高精度感測器、及時無線傳輸、衛星通信、堅強完整的電子業等，並具備成熟的資通訊產業發展與設備、零元件及IC晶片等相關產業鏈。而目前重點工作，在將這些成熟的技術經過系統整合的階段，成就各種應用解決方案，與國際合作競爭，創造新的營運模式，以帶動新的市場與產業為未來的發展方向。

(四)個別差異化生產

國內對農業的需求早已超過只求溫飽的時代，未來隨著經濟的成長，人對農產品的消費需求，將更著重品質與自我特色，實質上目前已有這種趨勢，惟目前是消費者針對自己的需求至成品市場進行選購，即使在生產上有特別的處置，一般仍是由生產者自行進行管理與負擔成敗，未來在大數據及資源充分掌控與有效管理時代，農業生產的失敗率應可降低甚至避免，而消費者也會對消費的對象物即農產品提出其特定的需求，如此生產者將針對需求進行生產，此即所謂的量身訂做或某種型式的契作，如此不會有生產出來沒人要的困境，就不會有浪費資源的情況，此也是另一種資源最佳化利用的生產模式。

(五)完全的追踪與追溯

自產生多次食安與標示不實的案件後，消費者對吃的東西越來越關心，要求要有透明公開的資訊，而這也是農產品生產資訊的追踪與追溯需求，但過去農業生產的資訊大都無法進行所謂的即時建置，如此建置資訊變成一種負擔，同時資訊正確性也被置疑與挑戰。未來生產資訊的產生必須與生產行為無縫接軌，透過IOT、各式感測器與無所不在的資通訊網路，從事農業作為時將同時進行即時的資訊的建置，它將是一件輕鬆且平常的工作。這些資訊即時且完整的建置，也將有助農業生產者進行農業生產的檢討與改進(圖8)。

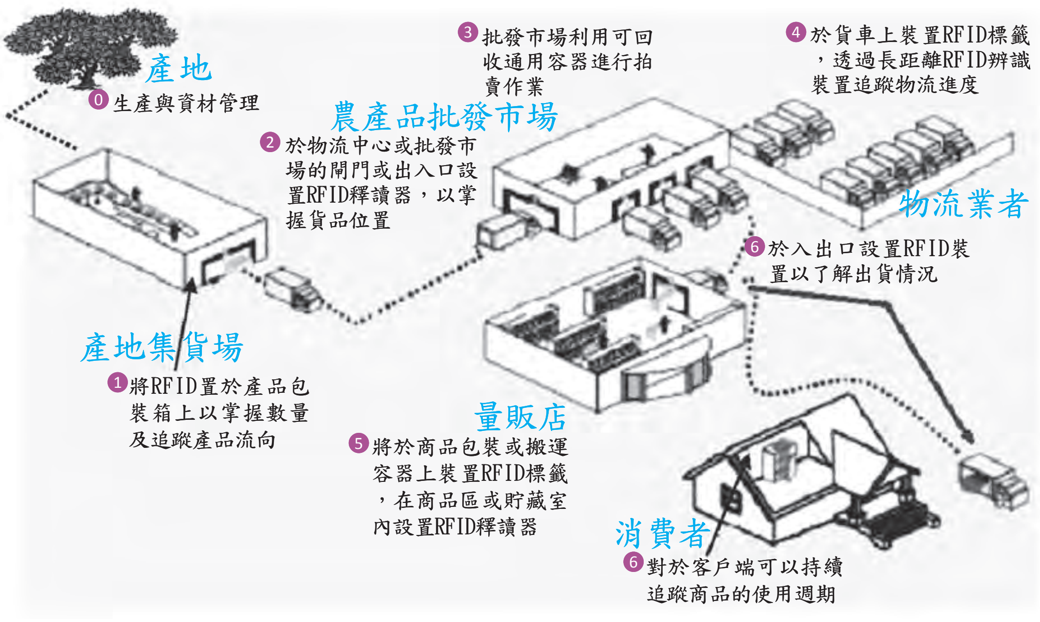


圖8 農產品於供應鏈各重要節點的追踪追溯範例

現今終端設備的處理能力與儲存容量不斷提升，設備有越來越小化的趨勢。資訊技術與網路型態不斷的改良與創新，人們的生活正逐漸進入一個始終連接(Always Connect)的網路世代，形成了一個無所不在的網路環境。而行動裝置可為農產品追踪追溯的資訊輸出入工具，基於行動上網環境成熟，智慧型手機等行動裝置上具更多的功能，且攜帶更方便、更小型化的發展。這些可攜式的設備，可協助我們處理農產品生產、流通過程中所需的資訊溝通，由於其隨時隨地皆可傳輸資訊的功能特性，使得行動裝置在產品安全追蹤上扮演的角色越來越重要。

三、回顧與展望

自動化的引入對國內的農業發展有相當大的貢獻，將農業由勞力密集導向資本與技術密集，也創造了不少的農企業，但自動化的導入容易讓人想到要投入相當的資本，也因此一般農民由自動化發展所帶來的好處並不多，這是過去自動化發展較為人批判的地方。但展望未來結合IOT與大數據理念所發展的自動化，它將是以服務一般農民為方向，未來自動化的受益者當然有農企業，但會有更多的農民受益，而這是未來自動化發展無法避免的趨勢與責任。

未來透過資訊化服務的情境:

1. 農民種什麼東西，在什麼地方種，馬上大數據會提供相關資訊。如地理肥料資訊、作物的生產管理資訊、作物曆等。
2. 在結合即時與歷史累積氣象資訊:農民會收到作物栽培作業指令，若農民依指令有回饋反應，系統即建立資訊。另田間的感測單元也會自動產生作物生長環境資訊與作物生長狀況資訊，如此系統即會自動做修正，而使整個農業生產達到資源的最佳化利用。

整個農業生產可達到資源的最佳化利用，即投入最少的資源，生產出最佳的結果，而所有的生產結果都是針對消費者需求。能以最少的代價，提供農民最好的服務，農民能真正享受到自動化與科技化的成果。

The Research and Prospect in Agricultural Automation Technology Development

Chung-Teh Sheng

Professor, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Chung Hsing University

Abstract

Since the development of industry and commerce flourish, agriculture is limited itself to the natural environment that related productivity enhances to be restricted. It results in the gradually loss of competitiveness and a lot of manpower outflow. Therefore, agriculture conducted the first reform to enhance the productivity and the introduction of machinery. Subsequently agriculture is faced trade liberalization and globalization of agricultural markets, the domestic agriculture without quality can’t compete in price. This cause the second reform in agricultural. By developing refinement and automation, it can enhance the overall global competitiveness of domestic agriculture. As in recent years, the domestic digital control, ICT and electronics industry grew up quickly, the technology is relatively mature. Domestic traditional industries in agriculture that how to use the advantage further enhance the productivity and global competitiveness of agriculture for the future development trend. This can be regarded as the third reform in agriculture. Each reform to the domestic agricultural development has a considerable contribution which to serve the farmers for the development direction. I believe the future development the trends and responsibility that is benefit for farmers.

Keywords: Agricultural Mechanization and Automation, Big Data, Development Trend.